

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-351964

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

G01J 3/46

(21)Application number : 10-157472

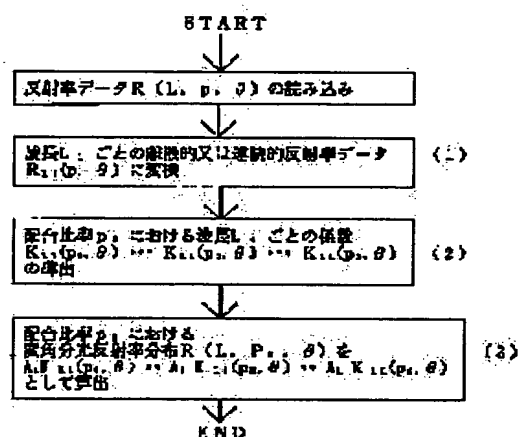
(71)Applicant : NIPPON PAINT CO LTD

(22)Date of filing : 05.06.1998

(72)Inventor : NIMI EIZO  
ASABA HISAO  
KUWANO KOICHI**(54) METHOD FOR PREDICTING DEFLECTION-ANGLE SPECTRAL REFLECTANCE DISTRIBUTION OF METALLIC PEARLESCENT COATING COLOR****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for predicting a deflection-angle spectral reflectance distribution of a metallic pearlescent coating color accurately reproducible even for a mixed coating color by using reflectance data of the coating color depending upon a blending ratio of a lustrous material and a coloring pigment, and a method for reproducing the mixed coating color of the coating color using the previous method by computer graphics.

**SOLUTION:** The method for predicting a deflection-angle spectral reflectance distribution of a metallic pearlescent coating color at a predetermined blending ratio from reflectance data of the coating color depending upon the ratio of a lustrous material and a coloring pigment comprises the steps of deriving a coefficient representing a reflectance change depending upon the ratio of the lustrous material and the coloring pigment at each wavelength from the reflectance data, and calculating a reflectance of each deformation of the coating color at the predetermined ratio by using the coefficient at each wavelength.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-351964

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 1 J 3/46

G 0 1 J 3/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願平10-157472

(22) 出願日 平成10年(1998) 6 月 5 日

(71) 出願人 000230054

日本ペイント株式会社

大阪府大阪市北区大淀北2丁目1番2号

(72) 発明者 新美 英造

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペイント株式会社内

(72) 発明者 浅場 尚郎

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペイント株式会社内

(72) 発明者 桑野 浩一

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペイント株式会社内

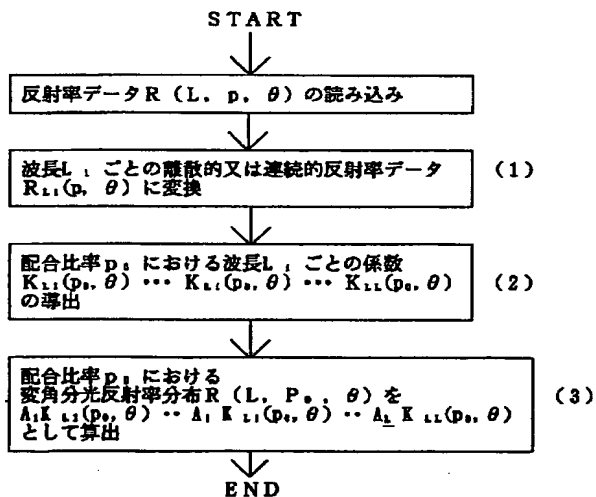
(74) 代理人 弁理士 安富 康男 (外2名)

(54) 【発明の名称】 メタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法

(57) 【要約】

【課題】 混合塗色についても正確に再現可能なメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データを用いて予測する方法及び該方法を用いたメタリックパール系塗色の混合塗色のコンピュータグラフィックスによる再現方法を提供する。

【解決手段】 光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データから、所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法であって、前記反射率データから、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存する反射率変化を表す係数を波長ごとに導出し、前記係数を用いて所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角ごとの反射率を波長ごとに算出することを特徴とするメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データから、所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法であって、前記反射率データから、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存する反射率変化を表す係数を波長ごとに導出し、前記係数を用いて所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角ごとの反射率を波長ごとに算出することを特徴とするメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法。

【請求項 2】 光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データは、メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率を変化させた、変角ごとの塗色の反射率の、波長ごとの変化を表すデータである請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率は、重量比でメタリックパール系光輝材／着色顔料＝1／100、2／100及び5／100を一組とし、この一組の配合比率の $10^{-2}$ 倍、 $10^{-1}$ 倍、 $10^0$ 倍、 $10^1$ 倍、 $10^2$ 倍、 $10^3$ 倍、 $10^4$ 倍及び $10^5$ 倍からなる系列の全部又は一部である請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】 光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データは、複数のメタリックパール系塗色を混合する比率を変化させた、変角ごとの塗色の反射率の、波長ごとの変化を表すデータであり、前記データから導出した前記配合比率に依存する波長ごとの係数を用いて、複数のメタリックパール系塗色を所定の混合比率で混合した場合の変角分光反射率を導出する請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 配合比率に依存する反射率変化を表す係数は、前記反射率データから導かれたメタリックパール系光輝材及び着色顔料の配合比率に対する所定の入射角、受光角及びあおり角における塗色の反射率を、波長ごとに規定する関数から導出されるものである請求項 1～4 記載の方法。

【請求項 6】 前記関数は、反射率の対数値と配合比率の対数値との初等関数である請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 着色顔料が同一である塗色にあつては、メタリックパール系光輝材の種類によらず同一種類の関数を適用する請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】 配合比率の対数値の変化に対する反射率の対数値の変化の割合が波長ごとに異なる範囲と、配合比率の対数値の変化に対する反射率の対数値の変化の割合が波長ごとに実質的に異なる範囲において、それぞれ異なる初等関数を適用し、かつ、前記初等関数は、2～5組の反射率と配合比率とで規定されるものである請求項 6 又は 7 記載の方法。

【請求項 9】 配合比率に依存する反射率変化を表す係

数は、メタリックパール系塗色の反射率を含む欄とその塗色の光輝材及び着色顔料の配合比率を含む欄とからなるテーブル形式に配列されるものである請求項 1～4 記載の方法。

【請求項 10】 分光波長 390～730 nm の範囲について、波長 5～10 nm ごとに反射率を計算する請求項 1～9 記載の方法。

【請求項 11】 所定の入射角と受光角との組について、メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率の変化による変角ごとのメタリックパール系塗色の、波長ごとの反射率変化から、前記配合比率に依存する反射率変化を表す係数を分光波長ごとに導出し、前記係数を用いて複数のメタリックパール系塗色を所定の混合比率で混合した塗色の受光角ごとの反射率を、波長ごとにコンピュータを利用して算出した後、更に、予め求めたあおり角による反射率の波長ごとの関係を用いて、所定のあおり角における各波長の反射率を求める請求項 1～10 記載の方法。

【請求項 12】 複数のメタリックパール系塗色を 3 次元コンピュータグラフィックスを用いて表示装置に表示し、コンピュータ上のグラフィックユーザーインターフェイスにより前記メタリックパール系塗色の混合比率を任意に指定し、前記指定の混合比率に対応するメタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率における塗色の予測変角分光反射率分布を請求項 1～11 記載の方法により求め、かくして求めた予測変角分光反射率分布に基づいて前記混合塗色を前記表示装置に表示することを特徴とするメタリックパール系塗色の混合塗色の再現方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、メタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データから予測する方法及び該方法を用いたメタリックパール系塗色の混合塗色のコンピュータグラフィックスによる再現方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】近年、光学理論に基づいて、光が物体表面や物体内部において反射、透過、散乱、干渉される過程を再現する 3 次元コンピュータグラフィックス（以下「3 次元 CG」という）手法が開発されつつある。これにより、高精細かつ現実感のある画像を、測色用の塗板を測色して得た変角分光反射率データに基づいて描画する技術が進展しつつあり、例えば、塗料を被塗物に塗装した場合の色彩的効果を CRT 画面上に再現することが可能である。また、コンピュータ上で変角分光反射率を操作すれば、仮想的画像を描画することも可能である。

【0003】このような技術には、特定の解析的モデルに依拠して変角分光反射率を再現するものがある。例え

ば、特開平 8-123981 号公報には、変角分光反射率の計測手段を使用して変角ごとの分光反射率として得た変角分光反射率を用いて、分光波長に依存する第 1 の特徴量と、変角に依存する第 2 の特徴量とを演算し、これらの特徴量を用いてもとの変角分光反射率を再現し、又は、得られた特徴量を変更することにより外板色の質感の変更や色の変更を行い、その変角分光反射率を再構成する技術が開示されている。

【0004】また、特開平 8-221560 号公報には、外板色塗板の変角分光反射率を実測して得た変角分光反射率から、分光波長に依存する第 1 の特徴量と、変角に依存する第 2 の特徴量とを演算して、上記変角に関する特徴量に光輝材粒子の輝度に関する特徴量を付加して、これらの特徴量を用いてもとの変角分光反射率を再現し、又は、これらの特徴量を変更することによりメタリック系外板色の質感や色を変更し、その変角分光反射率を再構成する技術が開示されている。

【0005】一方、コンピュータ能力の向上により、変角分光反射率分布を非関数的手段で表し、これをコンピュータで処理することにより 3 次元画像をコンピュータグラフィックス表示装置に再現することが可能となりつつあり、光輝材-着色顔料系塗色を高い自由度で取り扱うことができると期待される。この手法によれば、例えば、変角分光反射率分布を他の変角分光反射率分布と線形結合し、新たな変角分光反射率分布をコンピュータで求めることができる。

【0006】上記手法は、例えば、2 つの異なる変角分光反射率分布 P 及び Q を、下記のように、混合比率に応じて適当な重み付け値を与え、比例配分に基づいて線形結合することにより混合塗色の変角分光反射率を算出するものである。

$$A(L) = z \cdot P(L) + (1 - z) \cdot Q(L)$$

式中、A は、塗色 P と塗色 Q との混合塗色の変角分光反射率分布を表し、L は、波長を表す。z は、L に依存しない重み因子を表す。

【0007】この手法が真に有効に活用されるためには、複数の異なる塗色を混合した混合塗色、特に、複数のメタリック-パール系塗色を任意の比率で混合した塗色を、正確に再現する必要がある。しかしながら、上記技術によっても、塗色の混合色を正確に再現することは、特に、光輝材-着色顔料系の塗色の場合に、困難であることが多い。

【0008】このような事態については、例えば、光輝性顔料との相互作用によって生じる着色顔料の正確な色彩効果を効率的に反映することができる測色用塗板を使用し、光輝性顔料との相互作用によって生じる着色顔料の正確な色彩効果を効率的に反映する測色データを調製する技術を本発明者は提案した（特願平 9-67237）。

【0009】複数の光輝材を混合した場合の混合色の予

測については、例えば、「塗料の研究」、No. 127、33 頁、10 月、1996 年には、青と緑の干渉マイカの比率を変えて黒と混合した干渉マイカ混色のシミュレーション結果が報告されている。この場合、無彩色顔料中の干渉マイカの発色強度は、干渉光の加法混合性により、マイカの配合比率と反射率強度が比例するので、青と緑の干渉マイカをそれぞれ単独で配合した場合のデータのみから、青と緑の干渉マイカのそれぞれを混合比率を変えて配合した場合の干渉マイカの発色強度を、簡単な線型式で予想可能である。

【0010】しかしながら、従来、光輝材-着色顔料系の塗色を混合した場合の反射率変化の現象が必ずしも十分に把握されていたわけではない。特に、メタリック-パール系光輝材と有彩色顔料との混合系においては、変角分光反射率分布を比例配分等により結合した結果と実際とはかけ離れることが多かった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述の現状に鑑み、混合塗色についても正確に再現可能なメタリック-パール系塗色の変角分光反射率分布を、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリック-パール系塗色の反射率データを用いて予測する方法及び該方法を用いたメタリック-パール系塗色の混合塗色のコンピュータグラフィックスによる再現方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者による詳細な検討の結果、一般に、光輝材-着色顔料系塗色にあっては、光輝材の配合比率が高く光輝材が卓越的に外観を支配する場合から、着色顔料の配合比率が高く着色顔料が支配的に外観に影響を及ぼす場合まで、その反射率の波長による変化のプロファイルは色材の配合比率によって異なる。図 5 に示すグラフは、光輝材；中粒径アルミフレーク顔料（平均粒径  $1.3 \mu\text{m}$ ）と着色顔料；シャニンブルー G-314 との配合比率を 0.0001 ~ 100.00 に変化させた場合の反射率プロファイルを表すが、これから明らかであるように、光輝材と着色顔料との配合比率によって反射率の波長による変化の様相には明瞭な違いがある。また、図 6 に示すグラフは、中粒径アルミフレーク顔料光輝材を使用した場合に、特定波長における配合比率の変化による反射率変化のプロファイルを着色顔料を変えて表すが、これから明らかであるように、着色顔料によって異なる変化の様相を呈している。

【0013】更に、正反射方向からの偏角で表した受光角による反射率変化プロファイルは、図 22 ~ 24 に示すように、配合比率による変化の様相が波長ごとに異なる。この反射率変化プロファイルは、光輝材含有塗色のフリップフロップ性を反映する。

【0014】本発明者が見いだしたこれらの事実は、上述の困難を一般的に解決するために必要な原因究明に寄

与するものであり、かかる事実を考慮することにより本発明が完成された。

【0015】すなわち、本発明は、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データから、所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法であって、上記反射率データから、光輝材及び着色顔料の配合比率に依存する反射率変化を表す係数を波長ごとに導出し、上記係数を用いて所望の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角ごとの反射率を波長ごとに算出するメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測する方法である。

【0016】上記光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率データは、メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率を変化させた、変角ごとの塗色の反射率の、波長ごとの変化を表すデータであるか、又は、複数のメタリックパール系塗色を混合する比率を変化させた、変角ごとの塗色の反射率の、波長ごとの変化を表すデータでありうる。上記データから導出した配合比率に依存する波長ごとの係数を用いて、所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角分光反射率を波長ごとに算出してメタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を予測することがてきる。

【0017】また、本発明は、複数のメタリックパール系塗色を3次元コンピュータグラフィックスにより表示装置に表示し、コンピュータ上のグラフィックユーザーインターフェイスを用いて上記メタリックパール系塗色の混合比率を任意に指定し、上記指定の混合比率に対応するメタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率における塗色の予測変角分光反射率分布を上述の方法により求め、かくして求めた予測変角分光反射率分布に基づいて上記混合塗色を上記表示装置に表示するメタリックパール系塗色の混合塗色の再現方法でもある。以下、本発明を詳細に説明する。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明は、典型的には、図1に示すように、図示しないコンピュータに予め格納しておいたメタリックパール系光輝材及び着色顔料の配合比率の変化による変角ごとのメタリックパール系塗色の反射率変化を波長ごとに表すデータ(1)から、上記配合比率に依存する反射率変化を表す係数を分光波長ごとに導出し(2)、上記係数を用いて所望の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角ごとの反射率を波長ごとに上記コンピュータを利用して算出する(3)。

【0019】上記データ(1)は、メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率の変化による変角ごとのメタリックパール系塗色の反射率の、波長ごとの変化を表す適当な情報であって、コンピュータに利用可能な形式で表現されたものであればよい。従って、例え

ば、メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率＝(メタリックパール系光輝材/着色顔料)を変化させて得た反射率データ、複数のメタリックパール系塗色を、混合比率を変化させて混合した複数の塗色について得た反射率データ、又は、これらのデータを特定の形式に従って記載したもの若しくはこれらのデータから得られる特定の関数等であってよい。

【0020】上記メタリックパール系光輝材及び着色顔料の配合比率は、通常は、着色顔料と光輝材との重量比が100/0.01~100/500000であることが好ましい。光輝材の配合割合が0.01未満であると光輝感を生じることがなく、500000を超えると色感を生じることがなくなるので好ましくない。しかしながら、上記範囲外の使用を妨げるものではなく、例えば、着色顔料のみ、又は、光輝材のみの配合データを含むことができる。複数のメタリックパール系塗色を、混合比率を変化させて混合する場合も、着色顔料と光輝材との重量比が上記範囲内であるように配慮することが好ましい。

【0021】上記メタリックパール系光輝材及び着色顔料の配合比率は、重量比でメタリックパール系光輝材/着色顔料＝1/100、2/100及び5/100を一組とし、この一組の配合比率の $10^{-2}$ 倍、 $10^{-1}$ 倍、 $10^0$ 倍、10倍、 $10^2$ 倍、 $10^3$ 倍、 $10^4$ 倍及び $10^5$ 倍からなる系列の全部又は一部であることが好ましい。すなわち、上記各組ごとの光輝材の配合比率は、対数比をなすように設定することができ、このような系列の全部を使用するか、又は、その内の一部を省略し、しかし、実質的にこれらの系列からなる配合比率を使用することにより、広い配合比率をカバーすることができるとともに、比較的少数の配合比率のデータで、着色顔料と光輝材との相互作用によって生じる着色顔料の正確な色彩効果を効率的に反映させることができる。このような配合比率の具体例は、実施例において示される。また、このような配合比率を採用することにより、得られる分光反射率データと着色顔料配合比率との関係は、着色顔料の配合比率の広い範囲において、大域的に、又は、局所的に、線型性を示すものとなる。

【0022】上記メタリックパール系光輝材としては特に限定されず、例えば、アルミフレーク、チタンフレーク、ステンレスフレーク等の金属フレーク顔料；グラファイト；ホワイマイカ、干渉マイカ、着色マイカ等のマイカ系光輝材；板状酸化鉄顔料(MiO)；金属メッキ又は二酸化チタン被覆を施したガラスフレーク顔料；薄片状二酸化チタン；多彩色発色顔料等を挙げることができる。

【0023】上記着色顔料としては特に限定されず、例えば、アゾ系又はアゾレーキ系顔料、フタロシアニン系顔料、インジゴ系顔料、ペリレン系顔料、ペリノン系顔料、キノフタロン系顔料、ジオキサジン系顔料、キナク

リドン系顔料、イソインドリノン系顔料、金属錯体系顔料、アントラキノン系顔料、インダンスロン系顔料、フラバンスロン系顔料、ジケートピロピロール系顔料、ペンズイミダソロン系顔料等の有機顔料；黄鉛、黄色酸化鉄、ベンガラ、カーボンブラック、二酸化チタンや微粒子酸化チタン等の無機顔料等を挙げることができる。

【0024】メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率の変化による変角ごとのメタリックパール系塗色の反射率変化を波長ごとに表すデータは、図3に構成を例示する変角分光光度計により測色して、入射光及び反射光の幾何学的条件である変角ごとの反射率として得ることができる。上記変角は、座標系によって表現が異なることがあるが、例えば、図4に示すように、照射面に対する照射光の方向を規定する入射角、正反射方向からの偏角として受光方向を規定する受光角、及び、あおり角で表すことができる。従って、本明細書中、変角というときは、入射光及び反射光の幾何学的条件をいい、また、本明細書中、入射角、受光角及びあおり角は、上記条件を規定する表現の一例として、上記意味で用いる。変角分光光度計は、上記変角を変化させて測色することができる。

【0025】メタリックパール系光輝材及び着色顔料の配合は、それぞれ1種類を配合して複数の光輝材と着色顔料との組み合わせについて、反射率データを測色するか、又は、メタリックパール系光輝材及び着色顔料の少なくとも一方を複数使用して、例えば、光輝材と着色顔料との配合を一定比率にしつつ、複数の光輝材又は複数の着色顔料の配合比率を変化させた組み合わせについて測色する。

【0026】上記の場合、反射率は、変角分光光度計が許す範囲内で、図4に示す入射角、受光角、あおり角ごとに実測されたものであってよい。

【0027】上記反射率のデータは、配合比率と反射率との関係の特徴づけるものである。上記特徴の把握が可能であるかぎり、データの表示形式は問わない。例えば、配合比率の対数値に対して反射率の対数値を対応づけてもよく、配合比率の対数値に対して反射率の値を対応づけてもよい。値の変化範囲が広い場合には対数値を使用することが好ましく、一方、小さい変化を精度よく把握するために便宜である場合には、対数値を使用しないことも可能である。上記反射率は、波長にも依存するので、配合比率と反射率との関係を把握することができるように、波長ごとに配合比率と反射率との関係の特徴づけることが好ましい。なお、一般には、反射率は、変角によっても異なる。従って、反射率 $R$ は、波長 $L$ 、配合比率 $p$ 、変角 $\theta$ に関係づけられ、 $R(L, p, \theta)$ で表される。これを波長ごとに表した反射率データ： $R_{Li}(p, \theta)$ （ただし、 $L_i$ は、適当な間隔ごとの各波長を表す）から配合比率 $p$ と波長 $L_i$ における反射率 $R_{Li}$ との関係を把握することができる。この $R_{Li}(p, \theta)$

で表されるデータは、離散的データであってもよく、又は、離散的データから内外挿して導かれる連続関数で表される連続的データであってもよい。

【0028】上記反射率のデータが示す配合比率と反射率との関係について、具体例をもってその特徴の幾つかを説明する。図15は、光輝材中粒径アルミフレークと着色顔料デグサカーボンFW-200とシャニンブルーG-314とを、着色顔料/光輝材=1/1に保ちつつ、デグサカーボンFW-200/シャニンブルーG-314の配合比率を変化させて反射率を測色したものである。測色条件は、入射角 $45^\circ$ 、受光角（正反射からの偏角で表して） $15^\circ$ である。この図は、デグサカーボンFW-200/シャニンブルーG-314の配合比率によって反射率の波長依存性がどのように変化するかを示す。図から判るように、反射率の変化は、着色顔料の配合比率によって複雑に変化する。まず、i) 配合比率と反射率変化とは比例関係にない。また、ii) デグサカーボンFW-200のみを配合した場合に比べてシャニンブルーG-314を1~3割配合した場合の方が反射率が低下する傾向がある。この反射率の低下は、減法混色による濁りによるものであると考えられる。更に、iii) 上記図は、反射率と配合比率との関係を両対数目盛りで示したものであるが、図から判るように、配合比率が1に近い範囲では波長ごとによる反射率変化の様相が大きく異なる。一方、配合比率が小さいか又は大きい場合は、波長ごとによる反射率変化の様相は実質的に等しいと見なすことができる。

【0029】次に、上記データ(1)から、上記配合比率に依存する反射率変化を表す係数 $K_{Li}(p, \theta)$ （ただし、 $L_i$ は、適当な間隔ごとの各波長を表す）を波長ごとに導出する(2)。上記係数 $K_{Li}$ は、例えば、それを被乗数 $A_i$ に乘じることによって、又は、被加数 $A_i'$ に加えることによって、変角分光反射率を算出することができる。上記係数 $K_{Li}$ は、例えば、 $R_{Li}(p, \theta)$ を適当に正規化した値であってもよく、適当な基準に対して相対化した値であってもよく、適当な基準との差であってもよく、又は、 $R_{Li}(p, \theta)$ そのものであってもよい。この選択は、被乗数 $A_i$ 又は被加数 $A_i'$ に依存する。例えば、被乗数 $A_i$ が配合既知の出発塗色の変角分光反射率分布であれば、上記係数 $K_{Li}$ は、例えば、目的配合比率との配合比率差による反射率の変化比率であってもよく、又は、被加数 $A_i'$ であれば目的配合比率との配合比率差による反射率差であってもよい。

【0030】上記係数 $K_{Li}$ の導出は、上記データ(1)が、例えば、連続関数で表される連続的データである場合、所定の配合比率の値 $p_0$ における上記連続関数の値を求めることであってもよい。上記データ(1)が離散的データである場合には、所定の配合比率 $p_0$ における値を内挿又は外挿によって求めることであってもよい。

【0031】上記被乗数 $A_i$ 又は被加数 $A_i'$ は、例え

ば、着色顔料のみを配合した塗色の反射率分布、着色顔料と光輝材とを配合した塗色等の特定配合の塗色の変角分光反射率分布、又は、波長ごとに所定の値が指定されている適当な分布であってよい。

【0032】このように、係数 $K_{Li}$ と被乗数 $A_i$ や被加数 $A_i'$ との組み合わせにより反射率を求める方法を採用することにより、係数 $K_{Li}$ や被乗数 $A_i$ 、被加数 $A_i'$ の幅広い選択が可能となる。

【0033】この方法を具体的に例示するならば、以下のとおりである。例えば、上記光輝材及び着色顔料の配合比率に依存するメタリックパール系塗色の反射率変化から導かれる、メタリックパール系塗色の反射率とその塗色の光輝材及び着色顔料の配合比率との、波長ごとの制御可能な関数を求め、この関数から所定配合比率 $p_0$ における上記係数 $K_{Li}(p_0, \theta)$ を導出することができる。

【0034】上記関数は、光輝材と着色顔料との配合比率に対する、所定の入射角、受光角及びあおり角における塗色の反射率を、波長ごとに1対1に対応づける関数であってよい。上記関数は、好ましくは、メタリックパール系塗色の反射率の対数値と、その塗色のメタリッ

$$F(p) = (R_{\max} \times p) / (A + p)$$

が適用できる。式中、 $R_{\max}$ は、光輝材／着色顔料配合比率 $p$ が充分大きい場合の反射率の値である。 $A$ は、定数である。この場合、関数 $F$ は二つの未知パラメーター $R_{\max}$ 及び $A$ を含む。従って、少なくとも2組の点 $[p_1, (R_L)_1]$ 、 $[p_2, (R_L)_2]$ により $F$ は決定され得る。より多くの点を使用すればより精度が向上する。

【0036】上記関数に、所定の配合比率 $p_0$ を代入することにより、 $R_L = F(p_0)$ として反射率を求めることができる。上記係数 $K_{Li}$ は、この反射率の値を適当に正規化し、例えば、基準となる波長における反射率に対する相対値を求めることにより、得ることができる。

【0037】なお、被乗数 $A_i$ が波長ごとに所定の定数が指定されている適当な分布である場合、この所定の定数を1に設定するならば、上記係数 $K_{Li}$ は、反射率の値自体であってよい。すなわち、上記配合比率に依存する反射率変化を表す係数 $K_{Li}$ は、波長ごとの反射率 $R_{Li}$ の値そのものであってもよい。

【0038】ところで、反射率のデータの示すところによれば、着色顔料が同一である場合に、メタリックパール系光輝材の種類を異にしても、上記関数は、ほぼ同一である場合がある。すなわち、例えば、図19～21に示すように、中粒径アルミフレーク系及び高輝度アルミフレーク系にあっては、ある範囲内において、特定の一つの関数又はこの関数を平行移動させた関数（以下、本明細書中、これらの関数を、「同一種類の関数」と称する）により、異なる光輝材に対しても、近似可能な場合がある。この場合には、適用可能な範囲内において、

クーパール系光輝材と着色顔料との配合比率の対数値との、例えば、1～4次の代数関数、1～4次の分数関数、指数関数、対数関数等の初等関数である。上記関数は、上記メタリックパール系塗色の反射率の対数値と、その塗色のメタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率の対数値との組み合わせからなる上記関数を充たす通過点の2～5個程度で規定可能であることが好ましい。

【0035】このような関数の一つを $R_L = F(p)$ とする。但し、 $R_L$ は、特定の波長 $L$ での、特定変角 $\theta$ における、配合比率 $p$ における反射率である。但し、変角 $\theta$ は省略した。この関数 $F$ は、特定の配合比率 $p_n$ における反射率の値を $(R_L)_n$  ( $n=2\sim5$ )とすれば、これらの2～5個の組 $[p_n, (R_L)_n]$  ( $n=2\sim5$ )によって決定可能な一価関数である。例えば、メタリックパール系光輝材と着色顔料とを各1種類配合する場合に、光輝材／着色顔料配合比率により反射率は一般的に累積的变化を示し、反射率変化のグラフはS字曲線で表される場合がある。この場合、関数 $F$ として、例えば、下記式(1)

(1)

同一種類の関数を適用してもよい。

【0039】また、配合比率の対数値の変化に対する反射率の対数値の変化の割合が波長ごとに異なる範囲と、配合比率の対数値の変化に対する反射率の対数値の変化の割合が波長ごとに実質的に異なる範囲がある場合にあっては、配合比率の対数値の変化に対する反射率の対数値の変化の割合が波長ごとに実質的に異なる範囲内において、各波長について同一種類の関数を適用し、配合比率の対数値の変化に対する反射率の対数値の変化の割合が波長ごとに異なる範囲内において、各波長ごとに、上記種類の関数とは異なる他の種類の関数を適用することができる。

【0040】上記配合比率に依存する反射率変化を表す係数 $K_{Li}$ は、メタリックパール系塗色の反射率を含む欄とその塗色の光輝材及び着色顔料の配合比率を含む欄とからなるテーブル形式に配列されたものであってもよい。上記テーブル形式は、例えば、少なくとも1種のメタリックパール系光輝材を使用し、少なくとも1種の着色顔料を異なる比率で配合した場合に対して、波長ごとに予め定められた係数からなるマトリックスであってよい。

【0041】上記マトリックスは、波長 $L$ における配合比率 $p$ で特定される反射率 $R_{L,p}$ 、これを適当に正規化した値、適当な基準値に対して相対化した値等からなり、例えば、 $L$ 個の縦ベクトル又は $p$ 個の横ベクトルとして表され、

【0042】

【数1】



$$\begin{bmatrix} K_{L1, P1} & \cdots & K_{LL, P1} \\ K_{L1, P2} & \cdots & K_{LL, P2} \\ K_{L1, PP} & \cdots & K_{LL, PP} \end{bmatrix} \quad (2)$$

【0043】等と表記できる。

【0044】本発明においては、次に、上記係数を用いて所望の配合比率におけるメタリックパール系塗色の変角ごとの反射率を波長ごとにコンピュータを利用して算出する(3)。この計算方法を例示するならば、例えば、被乗数 $A_i$ が着色顔料のみを配合した塗色の反射率分布である場合、所定の配合比率 $p_0$ における上記係数 $K_{Li}(p_0, \theta)$ を乗じることにより所望の配合比率における反射率 $R_{Li}(p_0, \theta)$ を波長 $L_i$ ごとに計算することができる。

【0045】従って、本発明においては、一般的に、所定の配合比率 $p_0$ における変角分光反射率分布 $R(L, p_0, \theta)$ は、 $L$ 個の反射率からなる一組の値として $A_1 K_{L1}(p_0, \theta), \dots, A_i K_{Li}(p_0, \theta), \dots, A_L K_{LL}(p_0, \theta)$ のように求まる。但し、 $A_i$ は、適当な定数である。 $L_i$ は、適当な間隔ごとの各波長である。添字 $i$ は、1から、適当な数 $L$ までの整数である。

【0046】なお、この場合、通常、上記 $R(L, p_0, \theta)$ は、特定の変角 $\theta$ における値であるから、例えば、受光角 $\phi$ ごとの反射率 $R_{Li}(p_0, \phi)$ は、受光角による反射率変化を考慮して求めることができる。受光角 $\phi$ による反射率変化のプロファイルは、波長により大きく異なることがある。図22～24により具体的にこれを示すならば、中粒径アルミフレーク顔料/シャニン

ブルーG-314を配合比率0.0001～10000範囲に変えて480nm、560nm、680nmにおいて示したものである。受光角 $\phi$ による反射率の変化は、配合比率が大きくない場合には略同一の変化をしめすが、光輝材比率が大きくなると、特に、受光角(正反射からの偏角で表して)15～30°付近で配合比率ごとに大きく異なる変化を示す。そこで、例えば、受光角 $\phi$ (正反射からの偏角で表して)が15°、45°及び110°における反射率の値から、内挿又は外挿により受光角 $\phi$ ごとの反射率 $R_{Li}(p_0, \phi)$ を算出することができる(図2)。すなわち、例えば、受光角 $\phi$ (正反射からの偏角で表して)が15～45°、45～60°、60～110°及び110～120°の範囲について、それぞれ、上記反射率の値を用いて内挿又は外挿すればよい。

【0047】上記メタリックパール系塗色の変角分光反射率分布が、例えば、特定の受光角 $\phi$ 及び/又はあおり角 $\psi$ 及び/又は入射角ごとの反射率を波長ごとにテーブルに表したものである場合、波長ごとに上記マトリックスを乗じて、所定配合における反射率を算出することができる。例えば、波長 $L_1$ についてのテーブル形式の変角分光反射率分布を、

【0048】

【数2】

	$\phi_1$	$\cdots$	$\phi_i$	$\cdots$	$\phi_n$
$\phi_1$	$R_{L1}(\phi_1, \phi_1) \cdots R_{L1}(\phi_1, \phi_i) \cdots R_{L1}(\phi_1, \phi_n)$				
$\vdots$	$\vdots$				
$\phi_i$	$R_{Li}(\phi_i, \phi_1) \cdots R_{Li}(\phi_i, \phi_i) \cdots R_{Li}(\phi_i, \phi_n)$				
$\vdots$	$\vdots$				
$\phi_m$	$R_{Lm}(\phi_m, \phi_1) \cdots R_{Lm}(\phi_m, \phi_i) \cdots R_{Lm}(\phi_m, \phi_n)$				

(3)

【0049】で表し、これを更に、 $A_{Li}(\phi, \psi)$ と略記すると、

【0050】

【数3】

$$\begin{bmatrix} A_{L1}(\phi, \phi) \\ \vdots \\ A_{Li}(\phi, \phi) \\ \vdots \\ A_{LL}(\phi, \phi) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_{L1, P1} & \cdots & K_{Li, P1} & \cdots & K_{LL, P1} \end{bmatrix} \quad (4)$$

【0051】により、配合比率  $p_1$  における変角分光反射率分布  $R(L, p_1, \theta)$  を求めることができる。ただし、

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 & \cdots & b_n \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} a_1 b_1, & \cdots, & a_n b_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

【0053】を表すものとする。

【0054】本発明においては、この波長ごとに求める反射率は、分光波長 390~730nm の範囲について、波長 5~20nm ごとに、より好ましくは、5~10nm ごとに計算することが好ましい。

【0055】本発明においては、上述の方法により、所定の入射角と受光角との組について、メタリックパール系光輝材と着色顔料との配合比率の変化による変角ごとのメタリックパール系塗色の、波長ごとの反射率変化から、上記配合比率に依存する反射率変化を表す係数を波長ごとに導出し、上記係数を用いて所定の配合比率におけるメタリックパール系塗色の受光角ごとの反射率を、波長ごとにコンピュータを利用して算出した後、更に、予め求めた複数の波長についてのおり角による反射率の変化を用いて、所定のおり角における各波長の反射率を求める。かくして、変角ごとに、分光反射率を計算することができ、メタリックパール系塗色の変角分光反射率分布を算出することができる。

【0056】こうして求めた予測変角分光反射率を使用して 3 次元コンピュータグラフィックスにより塗色を表示装置に表示することができる。この際、本発明により、表示装置に表示された、配合比率が既知の、又は、知ることができる、複数のメタリックパール系塗色をコンピュータグラフィックスにより表示装置に表示し、コンピュータ上のグラフィックユーザーインターフェイスを用いて、上記メタリックパール系塗色の混合比率を任意に定め、上述の方法により上記混合比率により定められる配合比率における予測変角分光反射率分布を求め、かくして求めた予測変角分光反射率分布に基づいて 3 次元コンピュータグラフィックスにより上記表示装置

【0052】

【数 4】

に表示することによりメタリックパール系塗色の混合色を再現することができる。

【0057】また、こうして求めた予測変角分光反射率を使用するならば、これを目標色とするコンピュータカラーマッチングの技法を用いて該当する塗料配合を求めることも可能である。

【0058】

【実施例】以下に実施例を掲げて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0059】実施例 1

(1) 変角分光反射率分布の測定

以下に示す配合について、配合比率を変化させて分光波長 390~730nm の範囲で 20nm ごとに反射率を測定した。測定条件は、入射角 45°、受光角（正反射からの偏角で表して）15°、45°、115° とした。測定は、変角分光光度計（GCMS-4 型、村上色彩技術研究所社製）を使用した。

1. 光輝材／着色顔料

中粒系アルミフレーク／シャニンブルー G-314

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、100、1000

【0060】2. 光輝材／着色顔料

シルバーパールマイカ／シャニンブルー G-314

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5、1、2、

5、10、10000

3. 光輝材／着色顔料

高輝度アルミフレーク／ペリンドマルーンR-6436

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5、1、5、10、10000

【0061】4. 光輝材／着色顔料

中粒径アルミフレーク／デグサカーボンFW-200

配合比率

0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、100、10000

5. 光輝材／着色顔料

シンカシャレッドYRT-759D／中粒径アルミフレーク

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.002、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、100、10000

【0062】6. 光輝材／着色顔料

高輝度アルミフレーク／シャニンブルーG-314

配合比率

0.0001、0.0005、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5、1、2、5、10、10000

7. 光輝材／着色顔料

中粒径アルミフレーク／ペリンドマルーンR-6436

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、100、10000

【0063】8. [デグサカーボンFW-200／シャニンブルーG-314]／中粒径アルミフレーク（着色顔料／光輝材=1／1）

配合比率（デグサカーボンFW-200／シャニンブルーG-314）0.0001、0.11、0.43、1、2、33、9、10000

9. [パリオトロールエロー2140HD／シャニンブルーG-314]／中粒径アルミフレーク（着色顔料／光輝材=1／1）

配合比率（パリオトロールエロー2140HD／シャニンブルーG-314）0.0001、0.11、0.43、1、2、33、9、10000

【0064】10. [ヒルトンデビス30-1005／シャニンブルーG-314]／中粒径アルミフレーク（着色顔料／光輝材=1／1）

配合比率（ヒルトンデビス30-1005／シャニンブルーG-314）0.0001、0.11、0.4

3、1、2、33、9、10000

11. 光輝材／着色顔料

中粒径アルミフレーク／パリオトロールエロー2140D

配合比率

0.0001、0.01、0.05、0.02、0.1、0.2、0.5、1、2、10、20、50、10000

12. 光輝材／着色顔料

シャニンブルーG-314／中粒径アルミフレーク

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、10000

【0065】（2）反射率の配合比率依存性

上記の各配合について、反射率の配合比率依存性を求めた。入射角45°、受光角（正反射からの偏角で表して）15°、あおり角0°の結果を図7～17に、入射角45°、受光角（正反射からの偏角で表して）45°、あおり角15°の結果を図18に示した。

【0066】（3）光輝材による配合比率依存性

下記の配合について、反射率の配合比率依存性を求めた。入射角45°、受光角（正反射からの偏角で表して）15°、あおり角0°について、波長460nm、500nm、590nmの結果を図19～21に示した。

1. 光輝材／着色顔料

中粒径アルミフレーク／シャニンブルーG-314

高輝度アルミフレーク／シャニンブルーG-314

ゴールド干渉マイカ／シャニンブルーG-314

シルバーパールマイカ／シャニンブルーG-314

配合比率

0.0001、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、10000

【0067】（4）受光角依存性

下記の配合について、反射率の受光角依存性を求めた。条件は、波長：480、560、680nm；入射角：45°、受光角：正反射からの偏角0°、15°、30°、45°、60°、110°、115°、120°であった。シャニンブルーG-314／中粒径アルミの結果を図22～24に示した。

1. 光輝材／着色顔料

中粒径アルミフレーク／シャニンブルーG-314

配合比率

0.0001、0.0005、0.001、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20、50、100、10000

【0068】（5）あおり角依存性

下記の配合について、反射率のあおり角依存性を求め

た。シャニンブルーG-314/高輝度アルミフレークの結果を図25~27に示した。条件は以下のとおりである。

入射角、45°

受光角：正反射からの偏角15°、45°、115°

あおり角、-45°、-30°、-15°、-10°、-5°、-3°、-1°、0°、1°、3°、5°、10°、15°、30°、45°

波長、390~730nm(20nmおき)

1. 着色顔料/光輝材

シャニンブルーG-314/高輝度アルミフレーク

配合比率

着色顔料/光輝材=1/0.1

【0069】なお、上述の測定に使用した光輝材及び着色顔料の詳細は、以下のとおりである。

中粒径アルミフレーク；平均粒径 $D_{50}=1.3\mu\text{m}$ 、東洋アルミニウム社製

高輝度アルミフレーク；平均粒径 $D_{50}=2.0\mu\text{m}$ 、東洋アルミニウム社製

シルバーパールマイカ；平均粒径 $D_{50}=1.8\mu\text{m}$ 、メルク社製

ゴールド干渉マイカ；平均粒径 $D_{50}=1.8\mu\text{m}$ 、メルク社製

シャニンブルーG-314；山陽色素社製

ペリンドマルーンR6436；マイルス社製

デグサカーボンFW-200；デグサ社製

シンカシャレッドY RT-759D；チバススペシャルティケミカルズ社製

パリオトロールエロー2140HD；BASF社製

ヒルトンデービス30-1005；ヒルトンデービス社製

【0070】(6) 変角分光反射率の計算-1

シャニンブルー/中粒径アルミフレーク系塗色の変角分光反射率を、下記の条件でコンピュータにより計算した。

目標配合

シャニンブルーSG-314/中粒径アルミフレーク=100/80

なお、変角分光反射率分布は、受光角及び入射角を含む表形式で記述した。また、あおり角依存性から、各あおり角における反射率を計算した。予測変角分光反射率を求めた後、3次元CGによりCRTに表示した。別に、目標配合の塗色を調製し、塗板に塗布したものとCRT上の表示画像を目視により比較したところ、殆ど差異を認めなかった。

【0071】(7) 変角分光反射率の計算-2

CRT上に表示された二つの塗色の3次元CG画像を、コンピュータのグラフィックユーザーインターフェイスを用いてを混合比率を指定し、予測変角分光反射率を計算し、CRT上に表示した。使用条件は以下のとおりで

ある。

出発塗色

配合1. シャニンブルーG-314/中粒径アルミフレーク=100/100

配合2. パリオトロールエロー2140D/中粒径アルミフレーク=100/50

指定混合比率

配合1/配合2=1.5/1

3次元CGソフトウェアは、PEARL(インテグラ社製)を使用した。

【0072】CRT上に表示された混合塗色のCG画像は、別に、指定混合比率の塗色を調製し、塗板に塗布したものと目視により比較したところ、殆ど差異を認めなかった。また、上記塗色とCRT上の表示画像のもととなった予測変角分光反射率から計算された色差を求めたところ、入射角45°、正反射からの偏角として表した受光角15°、25°、45°、75°及び115°の条件で、あおり角0°、15°の場合について、 $\Delta E^*$ の値は約2.4~4.3、 $\Delta L^*$ の値は約1.3~2.5、 $\Delta a^*$ の値は約1.5~2.0、及び、 $\Delta b^*$ の値は約1.4~2.8の範囲内であり、両者はよく一致していることが判った。

【0073】(8) 変角分光反射率の計算-3

CRT上に表示された二つの塗色の3次元CG画像を、コンピュータのグラフィックユーザーインターフェイスを用いてを混合比率を指定し、予測変角分光反射率を計算し、CRT上に表示した。使用条件は以下のとおりである。

出発塗色

配合1. シャニンブルーG-314/中粒径アルミフレーク=100/50配合

2. シャニンブルーG-314/ゴールド干渉マイカ=100/20

指定混合比率

配合1/配合2=1.5/1

【0074】CRT上に表示された混合塗色のCG画像は、別に、指定混合比率の塗色を調製し、塗板に塗布したものと目視により比較したところ、殆ど差異を認めなかった。

【0075】

【発明の効果】本発明により、所定の光輝材及び着色顔料の配合比率における反射率を上記データからコンピュータを利用して波長ごとに計算することができる。本発明においては、このような反射率のデータが表す配合比率に依存する反射率変化を考慮して混合塗色の変角分光反射率を正確に予測することを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を表すブロック図

【図2】本発明の方法を表すブロック図

【図3】変角分光光度計の概念図

【図 4】入射角、受光角、あおり角を表す概念図

【図 5】配合比率の変化による波長ごとの反射率変化のプロファイルを表す図

【図 6】着色顔料の種類による反射率変化のプロファイルを表す図

【図 7】シャニンブルー G-3 1 4 / 中粒径アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 8】シャニンブルー G-3 1 4 / シルバーパールマイカ系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 9】ペリンドマルーン R-6 4 3 6 / 高輝度アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 10】デグサカーボン FW-2 0 0 / 中粒径アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 11】シンカシャレッド YRT-7 5 9 D / 中粒径アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 12】シャニンブルー G-3 1 4 / 高輝度アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 13】ペリンドマルーン R-6 4 3 6 / 中粒径アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 14】〔デグサカーボン FW-2 0 0 / シャニンブルー G-3 1 4〕 / 中粒径アルミフレーク (着色顔料 / 光輝材 = 1 / 1) 系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 15】〔パリオトロールエロー 2 1 4 0 HD / シャニンブルー G-3 1 4〕 / 中粒径アルミフレーク (着色顔料 / 光輝材 = 1 / 1) 系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 16】ヒルトンデービス 3 0 - 1 0 0 5 / シャニンブルー G-3 1 4 / 中粒径アルミフレーク (着色顔料 / 光輝材 = 1 / 1) 系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 17】パリオトロールエロー 2 1 4 0 HD / 中粒径アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図

【図 18】シャニンブルー G-3 1 4 / 中粒径アルミフレーク系塗色の反射率の配合比率依存性を表す図 (但し、入射角 4 5°、受光角 (正反射からの偏角で表して) 4 5°、あおり角 1 5°)

【図 19】シャニンブルー G-3 1 4 と光輝材との組み合わせによる波長 4 6 0 nm における反射率の配合比率依存性を表す図

【図 20】シャニンブルー G-3 1 4 と光輝材との組み

合わせによる波長 5 0 0 nm における反射率の配合比率依存性を表す図

【図 21】シャニンブルー G-3 1 4 と光輝材との組み合わせによる波長 5 9 0 nm における反射率の配合比率依存性を表す図

【図 22】シャニンブルー G-3 1 4 / 中粒径アルミフレーク系塗色の波長 4 8 0 nm における反射率の反射率の受光角依存性を表す図

【図 23】シャニンブルー G-3 1 4 / 中粒径アルミフレーク系塗色の波長 5 6 0 nm における反射率の反射率の受光角依存性を表す図

【図 24】シャニンブルー G-3 1 4 / 中粒径アルミフレーク系塗色の波長 6 8 0 nm における反射率の反射率の受光角依存性を表す図

【図 25】シャニンブルー G-3 1 4 / 高輝度アルミフレーク系塗色の反射率の受光角 (正反射からの偏角で表して) 1 5° におけるあおり角依存性を表す図

【図 26】シャニンブルー G-3 1 4 / 高輝度アルミフレーク系塗色の反射率の受光角 (正反射からの偏角で表して) 4 5° におけるあおり角依存性を表す図

【図 27】シャニンブルー G-3 1 4 / 高輝度アルミフレーク系塗色の反射率の受光角 (正反射からの偏角で表して) 1 1 5° におけるあおり角依存性を表す図

【符合の説明】

R 1 試料照射光

R 2 白色拡散板照明光

B 1 試料反射光

B 2 白色拡散板反射光

1 変角分光測色装置

2 照光器

3 試料回転台

4 分光器

5 ハロゲンランプ

6、8、13、20 反射鏡

7、9、15 集光レンズ

10 試料

11 白色拡散板

12、19 減光板

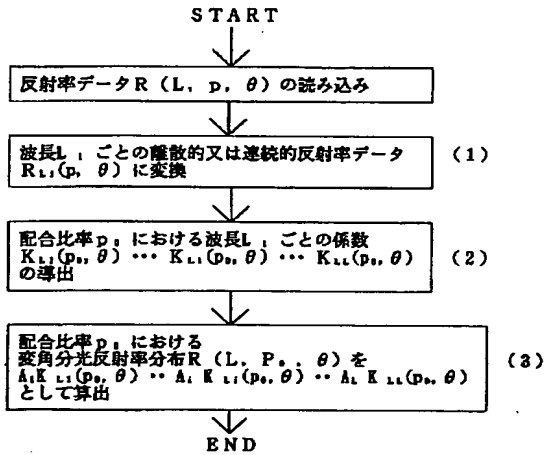
14 セクター

16 スリット

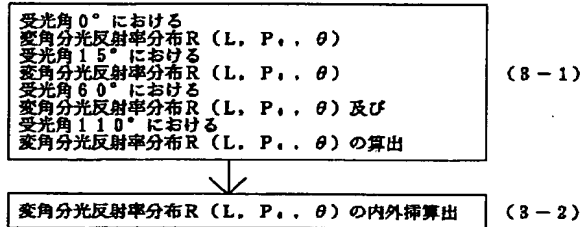
17 回折格子

18 受光素子

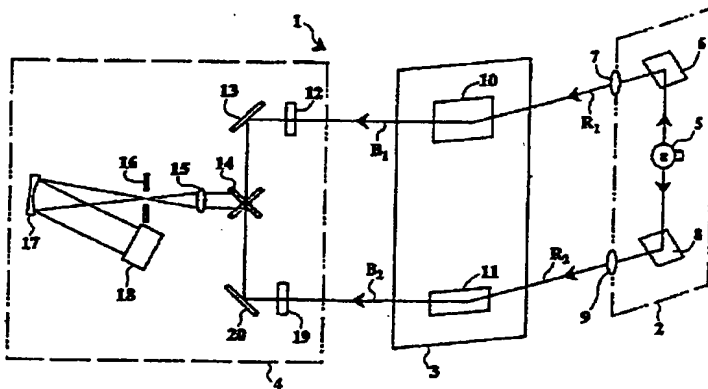
【図 1】



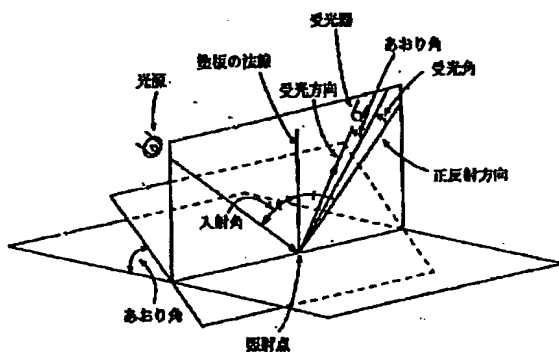
【図 2】



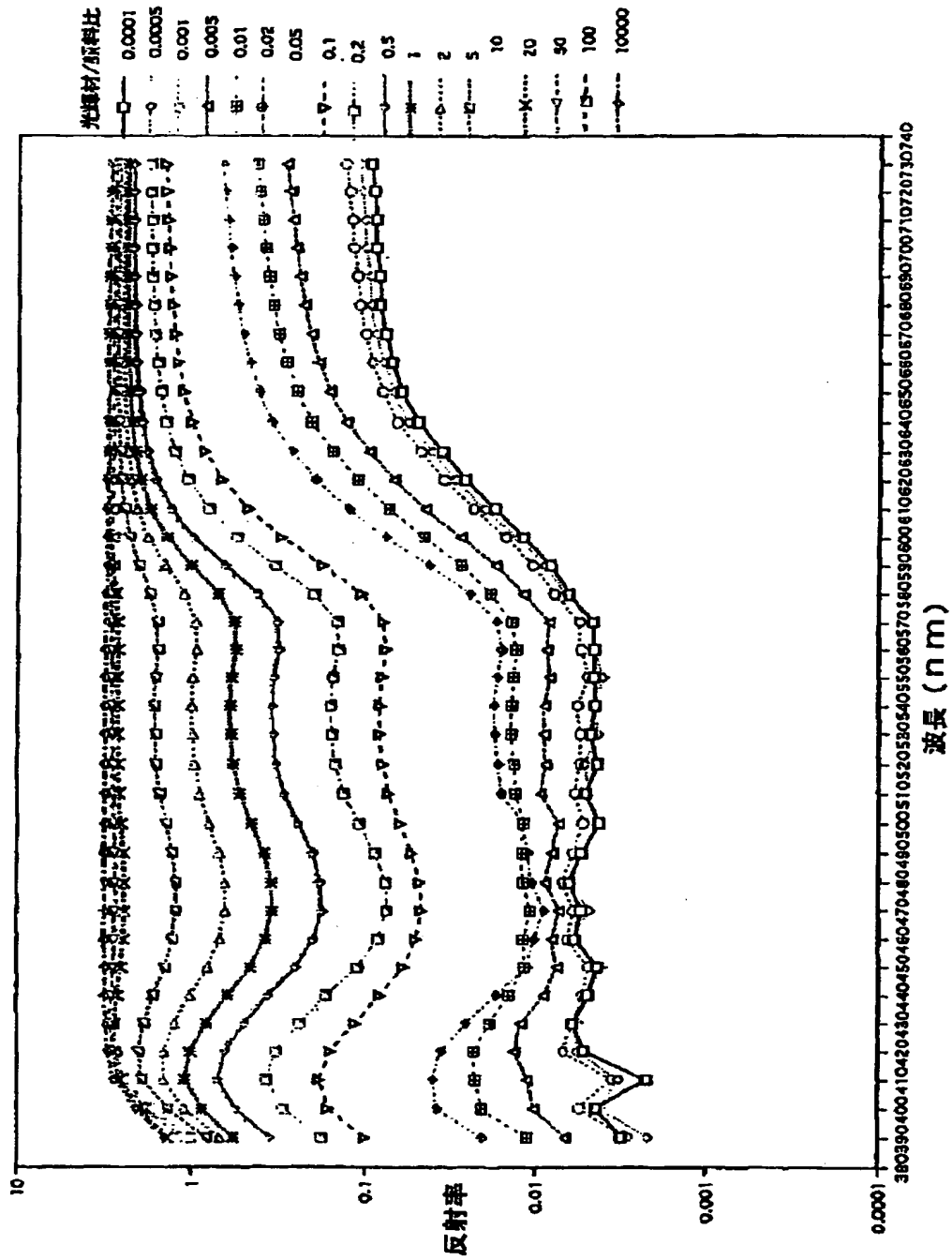
【図 3】



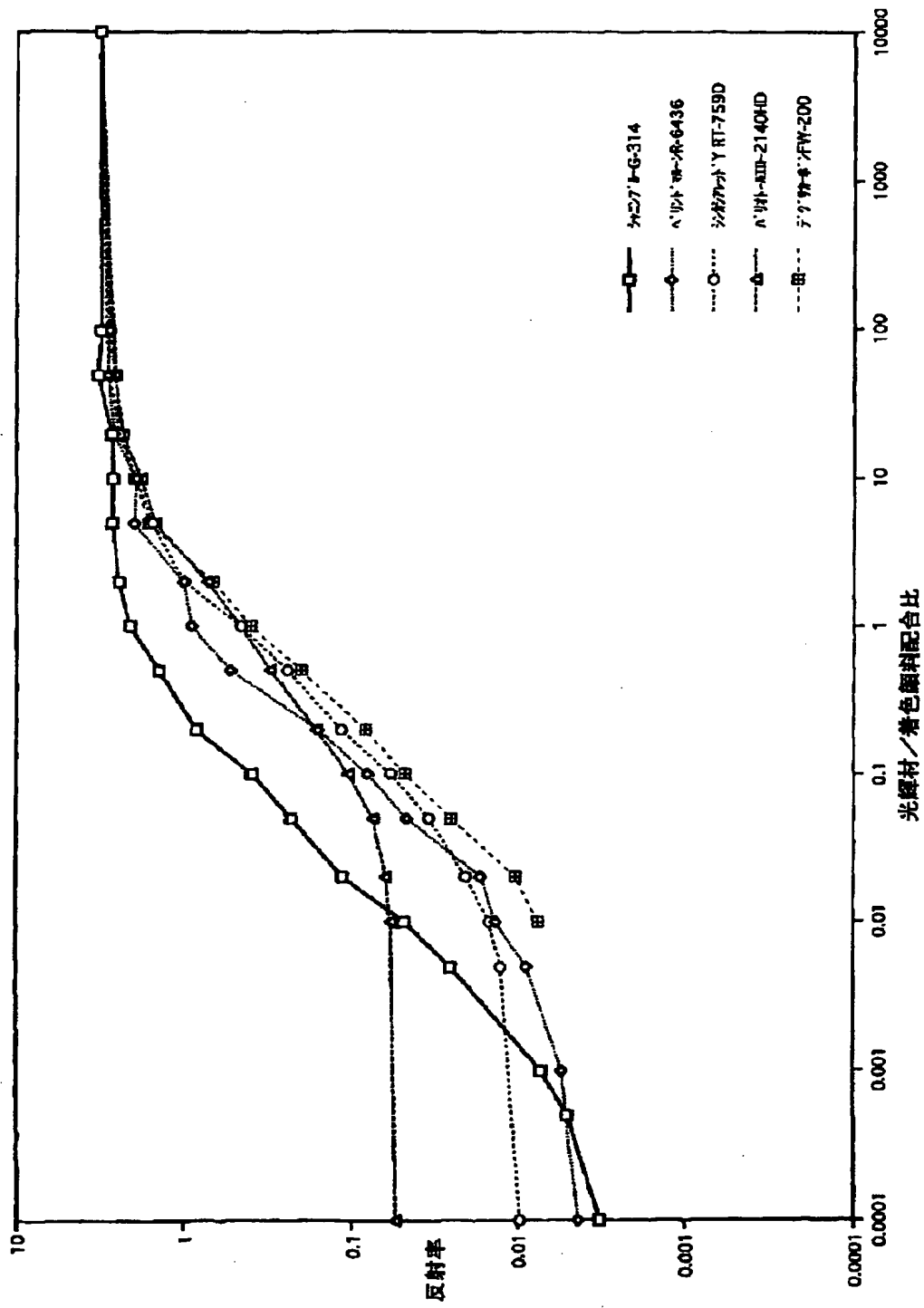
【図 4】



【図 5】

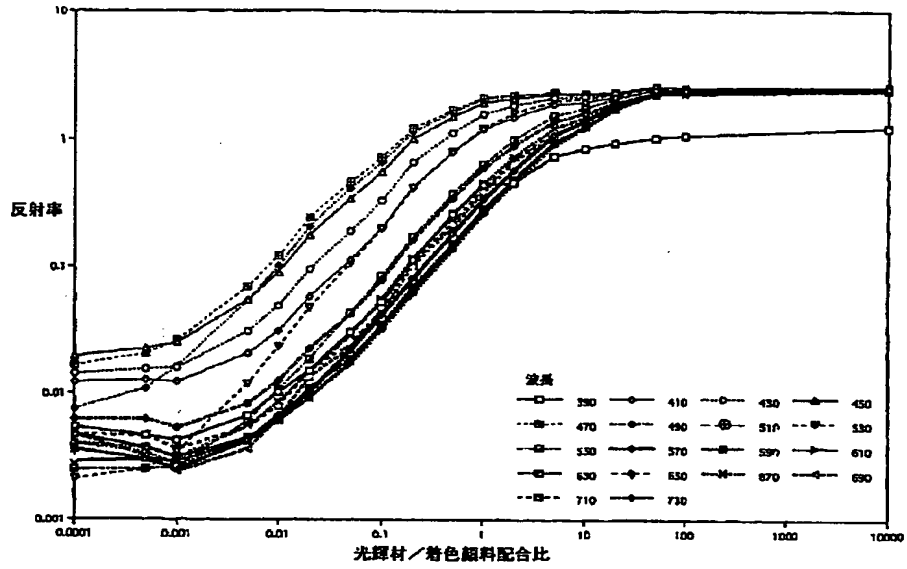


【図 6】

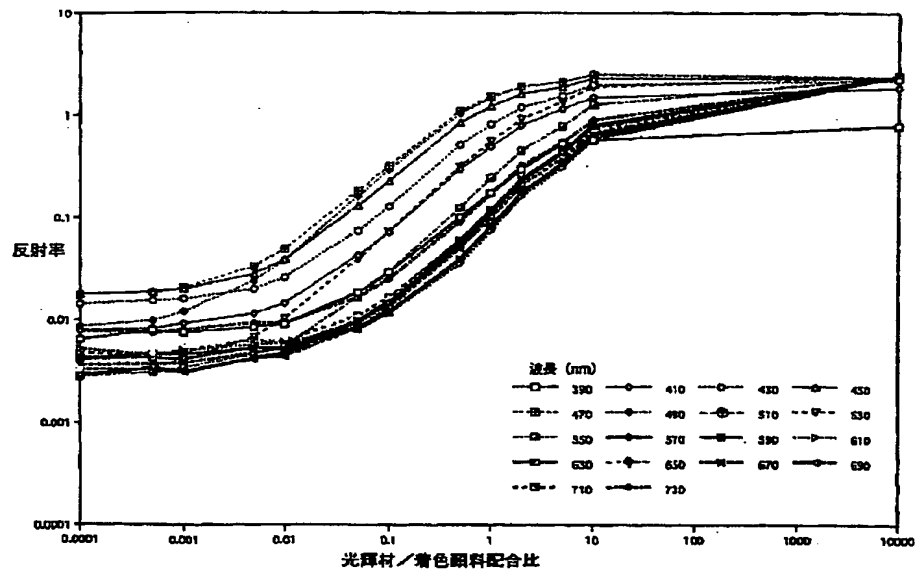




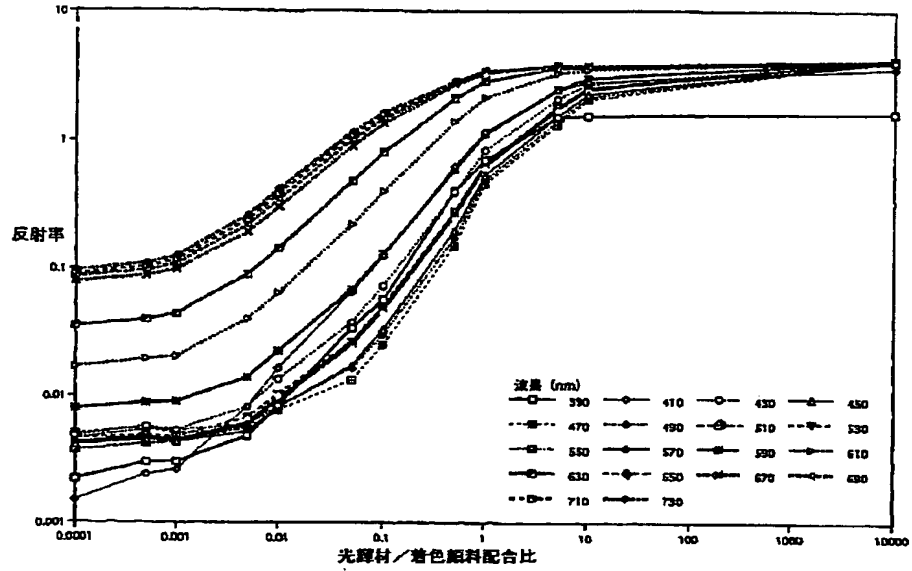
【図 7】



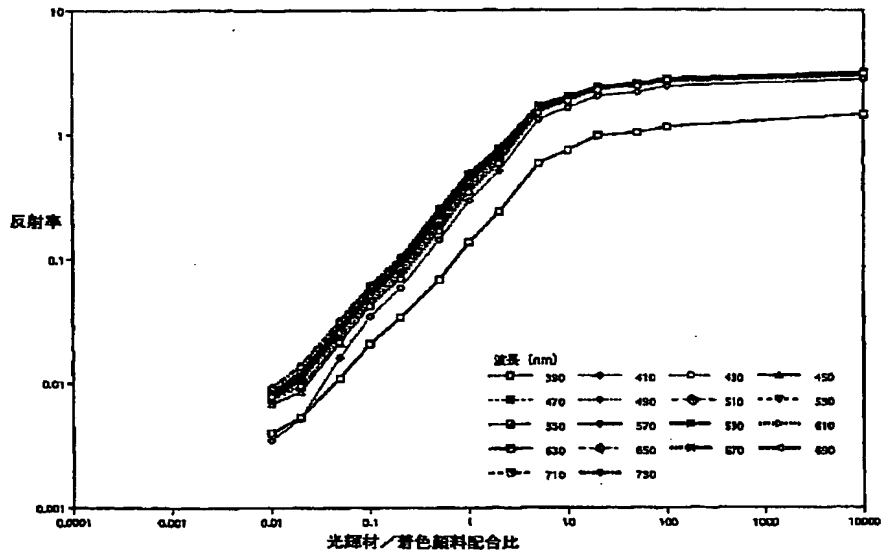
【図 8】



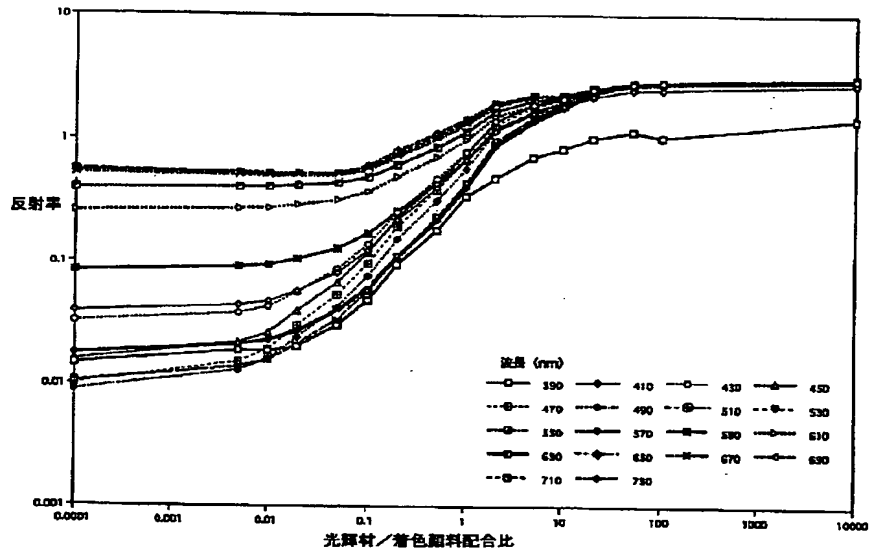
【図 9】



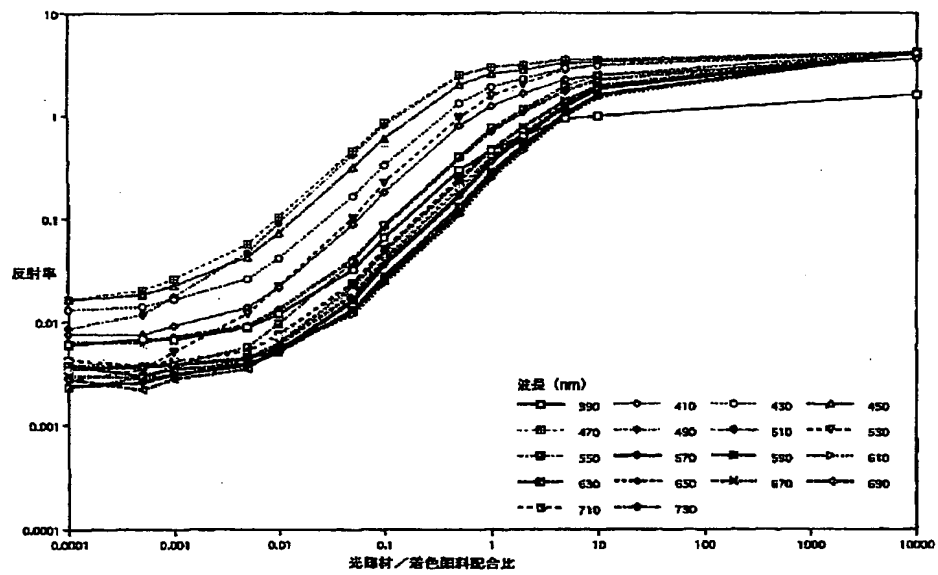
【図 10】



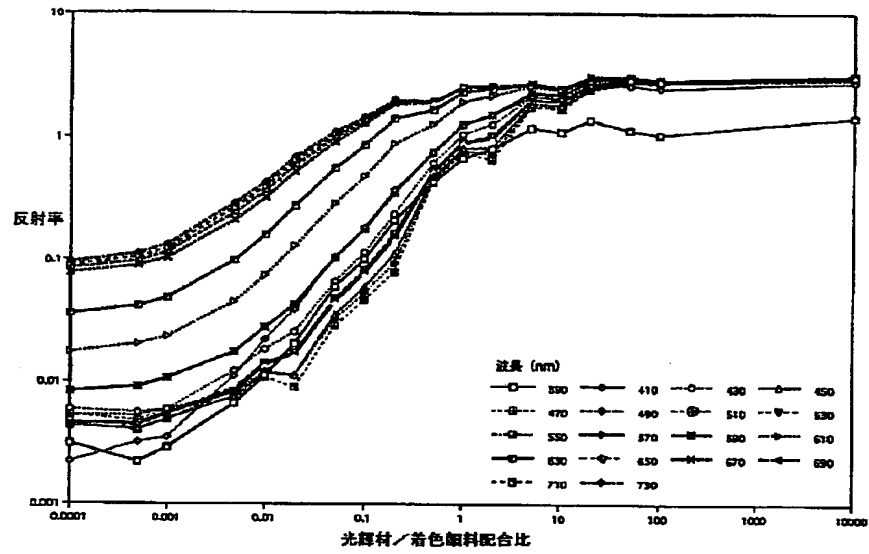
【図 1 1】



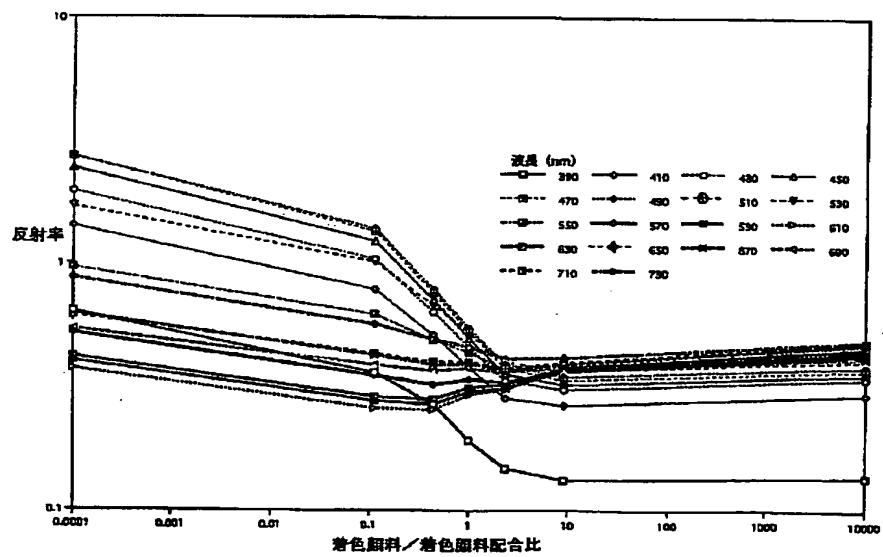
【図 1 2】



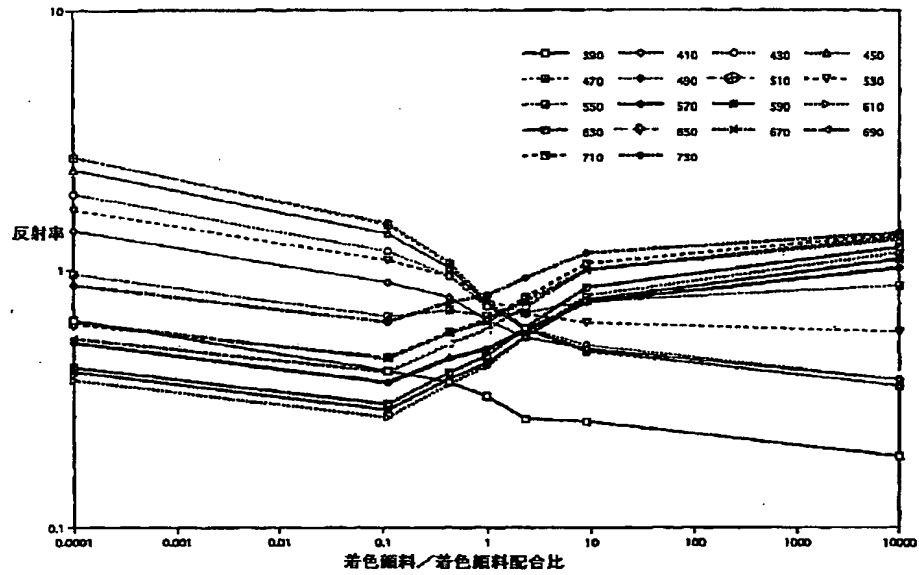
【図 13】



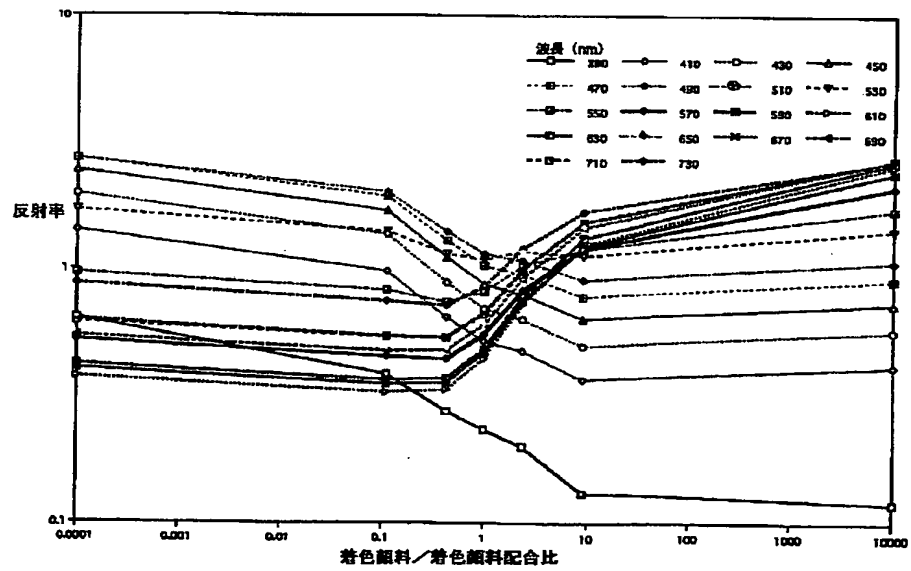
【図 14】



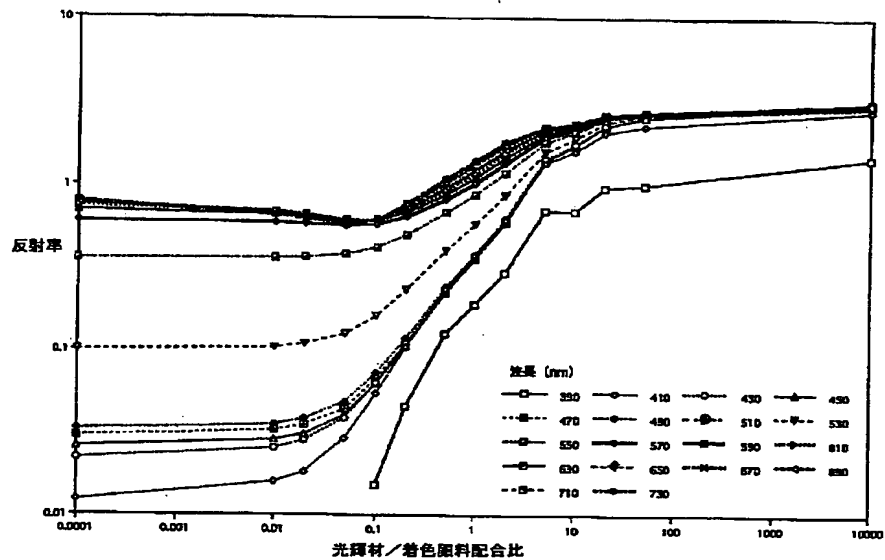
【図 15】



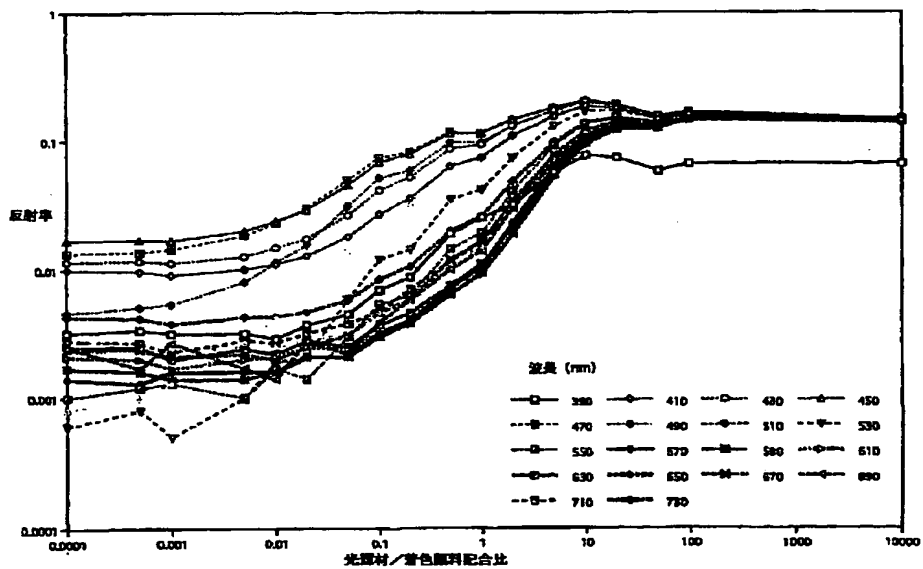
【図 16】



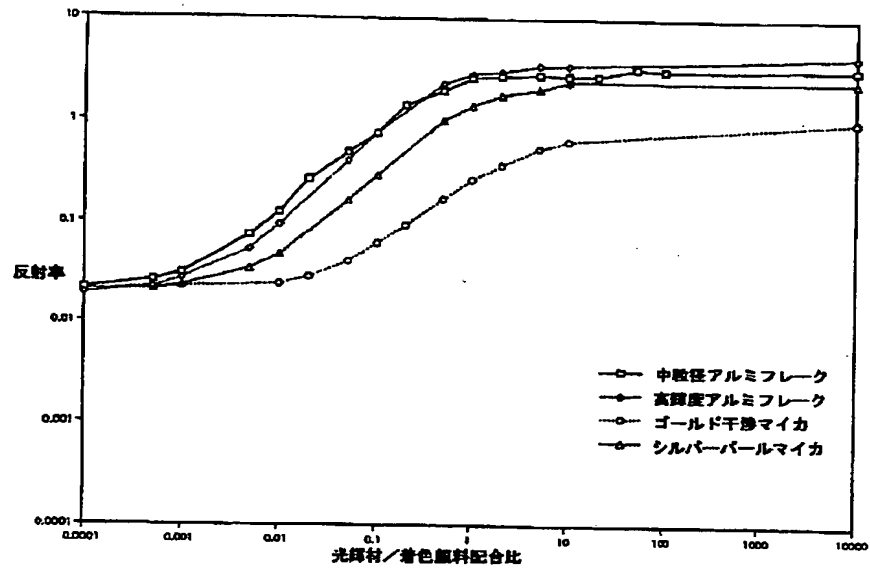
【図17】



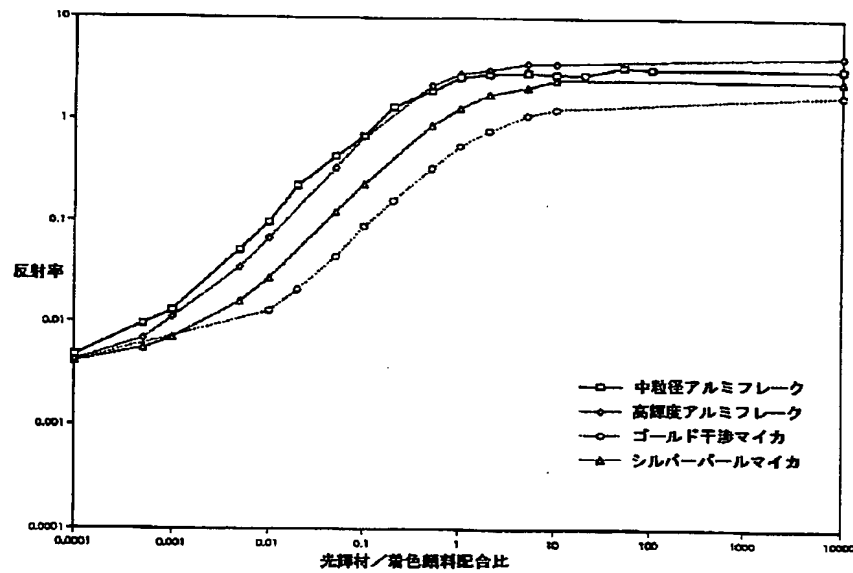
【図18】



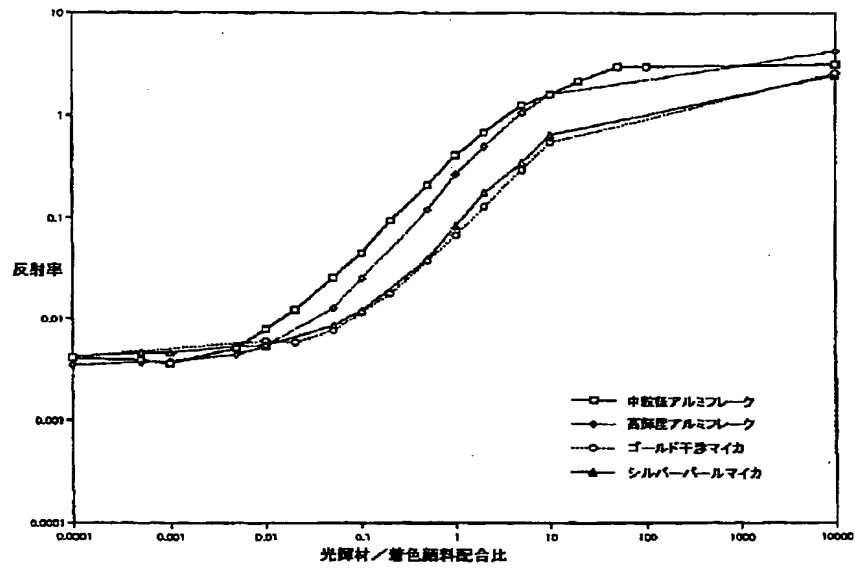
【図 19】



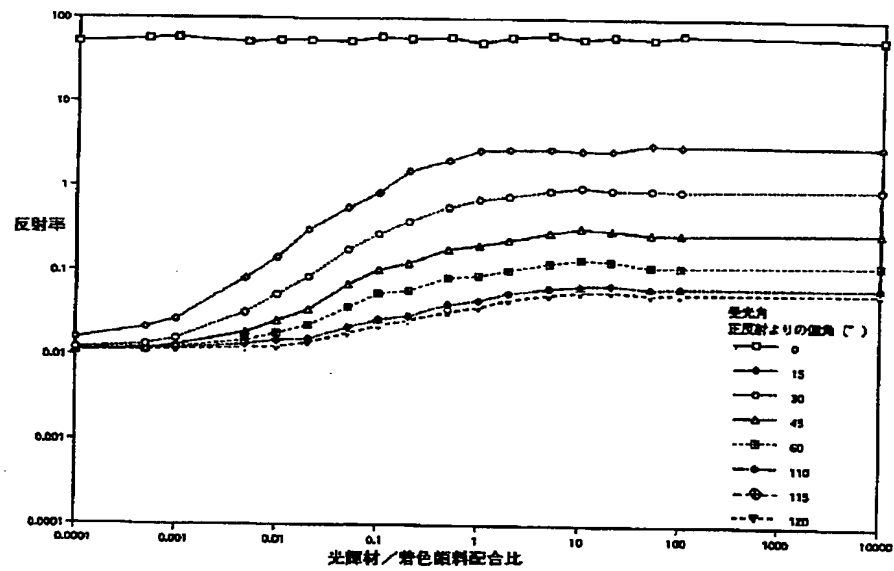
【図 20】



【図21】

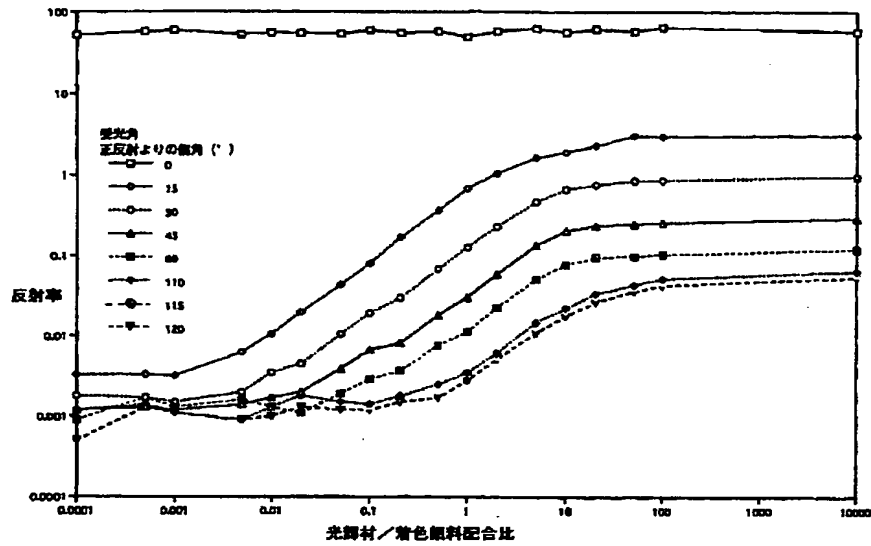


【図22】

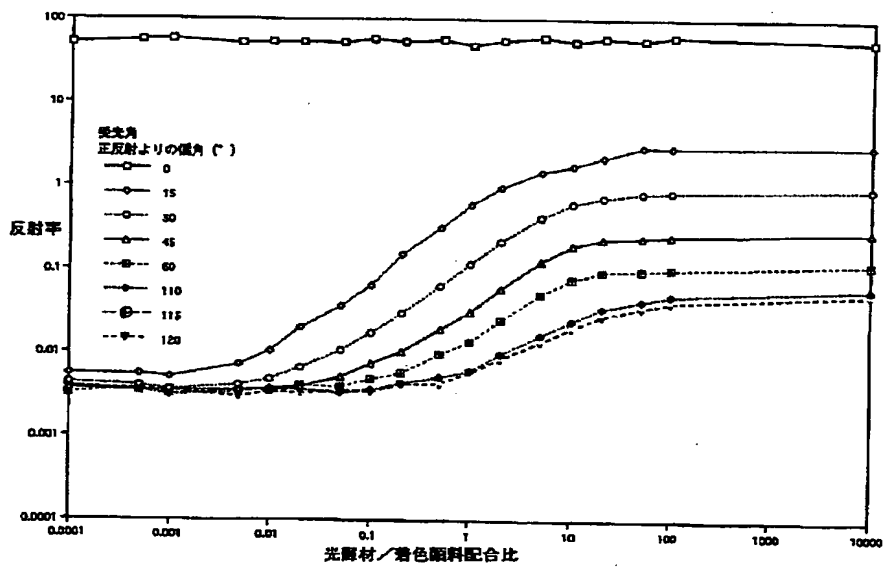




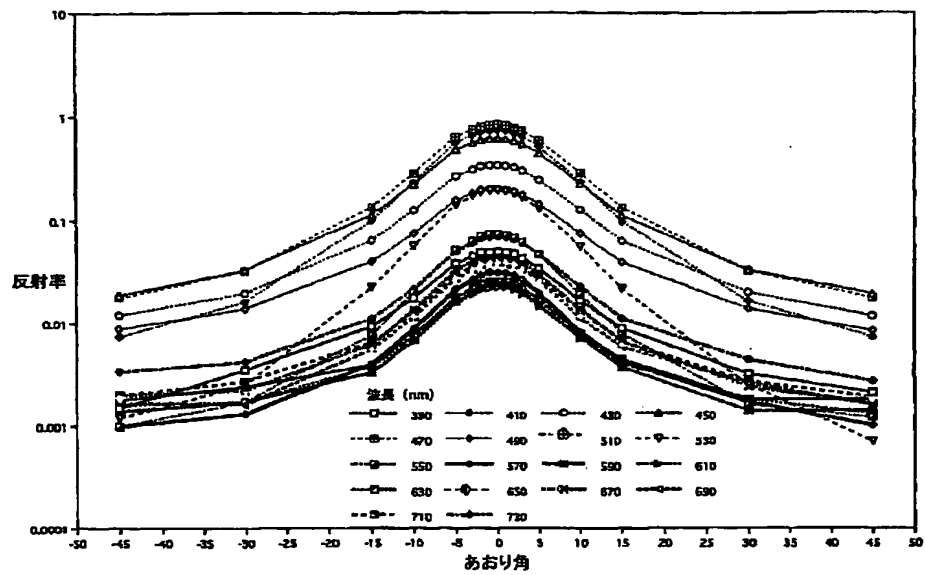
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【図 26】

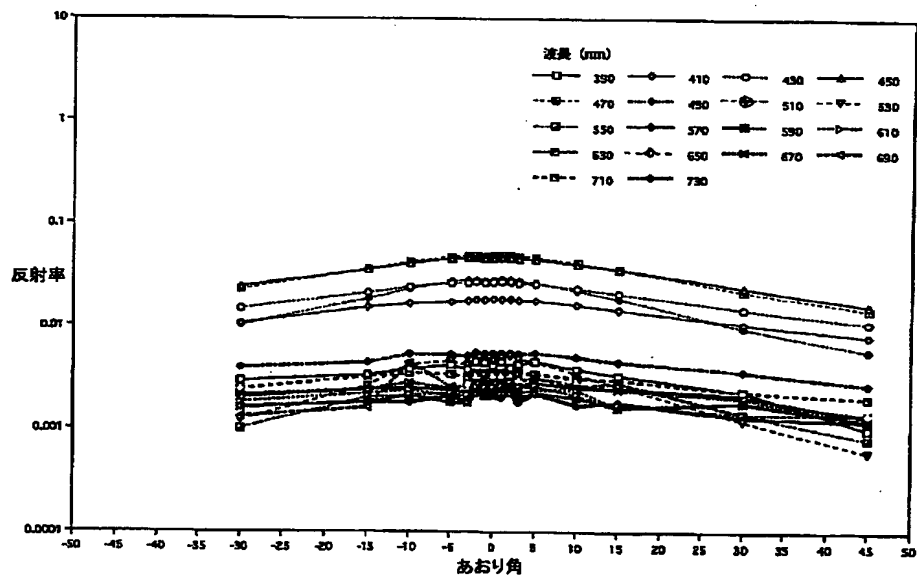


Figure 1 is a log-linear plot showing the reflectance (反射率) on the y-axis versus the scattering angle (あざり角) on the x-axis. The y-axis is logarithmic, ranging from 0.0001 to 10. The x-axis is linear, ranging from -50 to 50 degrees. Multiple curves are plotted for various wavelengths (波長) in nm, as indicated in the legend:

- 390 nm (solid line, open circle)
- 410 nm (solid line, solid circle)
- 430 nm (solid line, open square)
- 450 nm (solid line, solid square)
- 470 nm (dashed line, open circle)
- 490 nm (dashed line, solid circle)
- 510 nm (dashed line, open square)
- 530 nm (dashed line, solid square)
- 550 nm (solid line, open circle)
- 570 nm (solid line, solid circle)
- 590 nm (solid line, open square)
- 610 nm (solid line, solid square)
- 630 nm (dashed line, open circle)
- 650 nm (dashed line, solid circle)
- 670 nm (dashed line, open square)
- 690 nm (dashed line, solid square)
- 710 nm (dashed line, open circle)
- 730 nm (dashed line, solid circle)

The curves generally show a decrease in reflectance as the scattering angle increases from 0 to 50 degrees. The reflectance values are relatively low, mostly between 0.001 and 0.01, across the entire range of angles and wavelengths.